

バイオセンサー高感度化に向けたグラフェン上ピレン吸着密度定量解析

The evaluation of pyrene density on graphene films for improving bio-sensor performance

阪大院工 ○松井 祐司, 根岸 良太, 小林 慶裕

Osaka Univ. ○Y. Matsui, R. Negishi, Y. Kobayashi

E-mail: matsui-yu@ap.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】酸化グラフェン(GO)をチャンネルに用いた電界効果トランジスタ(FET)バイオセンサーはターゲット分子の吸着量を増大させることで高感度化される。そのためには分子認識部位をGO表面に固定するためのピレンを高密度吸着させることが重要となる。そこで本研究では、吸着密度の支配要因と考えられるGOの表面状態、特にGO製造過程で生じた欠陥が吸着密度に及ぼす効果を紫外可視分光(UV)法を用いた定量的な解析を基に検証した結果を報告する。

【実験】水晶基板上にシランカップリング剤を用いて自己組織化単分子膜(SAM膜)を形成した後、単層GO水溶液(Graphene Laboratories Inc.)に浸し、均一な膜厚のGO薄膜を形成した。欠陥密度が大きく異なるGO薄膜は、(A)構造修復効果のあるエタノール気相雰囲気中1050 °C処理、及び(B)酸素除去のみが進行する不活性ガス雰囲気中400 °C処理により作製した。ピレンを吸着させる前後のUVスペクトルの比較からGO表面に吸着したピレンを定量した。測定された吸光度変化からピレン密度への変換は、メタノール分散ピレン溶液から検量線を作製し、得られたモル吸光係数を用いて行った。

【結果】Fig.1に処理方法(A)(B)で還元したGO薄膜に対するピレン吸着前後のUVスペクトルを示す。ピレン吸着前後のスペクトル差がGO薄膜表面に吸着したピレンによる正味の吸光度となる。波長350nmにおいて得られた吸光度差からピレン吸着密度を計算した結果、処理方法(A)では $2.29 \times 10^{-9} \text{ mol/cm}^2$ 、処理方法(B)では $1.60 \times 10^{-9} \text{ mol/cm}^2$ であり、大きな差が認められた。4つの六員環を持つピレン分子がGO薄膜上で重ならず存在し、1つのピレン分子がグラフェンのユニットセル4個分を被覆した場合を1分子層とする。この場合に、得られたピレン密度をGO薄膜上の被覆率に換算すると、処理(A)の場合が96.4%、処理(B)の場合が67.2%に相当する。ラマン分光法やX線光電子分光法によるこれまでの研究で、還元後のGO薄膜表面は処理(A)では酸素除去並びに六員環構造修復が行われ、処理(B)では六員環構造修復は行われず、酸素除去も不十分であることを見出している[1]。すなわち、本研究で示されたように処理(B)と比べ、処理(A)でGO薄膜を還元した場合にピレンの吸着密度が増加した要因として、十分に酸素が除去されたこと、およびGO薄膜の6員環構造修復が進んだことが大きく寄与していると考えられる。今後それぞれの要因について、様々な処理プロセスで作製したGO薄膜で比較検討を行い、検証していく必要がある。

[1] 楠本他、秋季第 73 回応用物理学会講演会 12a-C-13 (2012 年 9 月、松山・愛媛大)

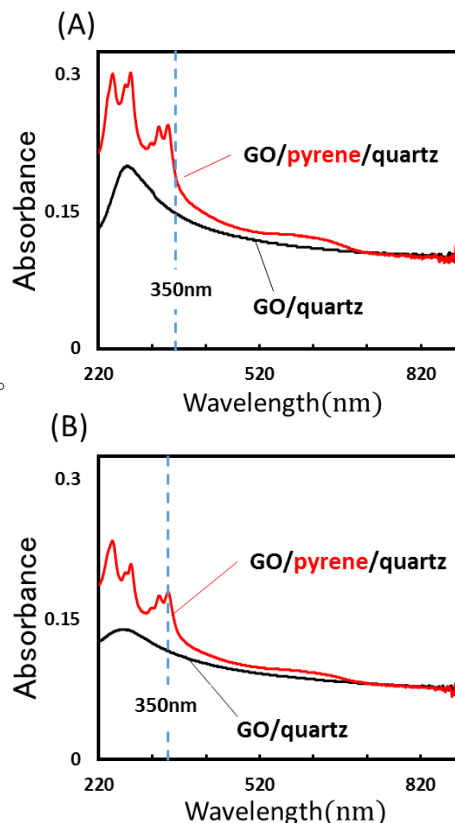


Fig.1 UV spectra before and after pyrene adsorption on graphene with thermal treatments under the environment of (A) ethanol at 1050 °C (B) Ar at 400 °C